

# P12 Robot pour de la rééducation (Poppy-Kiné)

Année 2016

**Auteurs** : Leonardo KAPLAN, Nam NGUYEN HOAI, Hanyuan ZHANG, Luiz Gustavo PERIN, Qianyun GUO.

**Encadrants** : Mai NGUYEN (dpt. Informatique) et Valérie BURDIN (dpt. Image et Traitement Information).

**Partenaires extérieur** : Olivier Remy-Neris (CHU de Brest), KERMARREC Gilles (CREAD)

**Mots clés** : robot humanoïde, apprentissage, langage Python, rééducation fonctionnelle.

**Résumé** : Ce projet cherche à développer un robot intelligent pour évaluer les progrès des patients dans leurs exercices de rééducation. Notre travail est principalement autour le traitement d'information, plus précisément les données de mouvements de la caméra Kinect. En comparant avec les mouvements de référence, on souhaite améliorer les performances des patients par une interface orale basée sur du text-to-speech.

## 1. Présentation et contexte du projet

L'objectif de ce projet consiste à permettre à un robot humanoïde d'évaluer ainsi que donner les feedbacks pédagogiques sur les gestes de rééducation d'un patient par rapport aux ceux du médecin, en quasi temps réel. Les pertes importantes d'autonomie à cause du vieillissement et certaines maladies qui lui sont reliées, donc le CHU de Brest et le CREAD souhaitent développer un Poppy-Kiné pour évaluer les progrès des patients, et de plus un système d'interaction humaine-robot afin de donner les évaluations de manière orale.

## 2. Méthodologie développée pour aboutir

Afin de satisfaire les besoins des clients, dans les phases de développement technique, on a travaillé dans l'équipe de 5 personnes pour traiter les données de la caméra Kinect (filtrer les bruits, détecter le début et la fin des mouvements, etc.). Après obtenir les courbes propres, afin d'avoir l'efficacité, notre groupe s'est divisé en deux sous-groupes qui travaillent parallèlement. Le premier groupe composé de Leonardo, Hanyuan et Qianyun est en charge de construire le modèle GMM pour comparer les mouvements. Le deuxième groupe contient Nam et Gustavo travaille principalement sur le système d'interaction humaine-robot qui s'appuie sur le logiciel MaryTTS.

## 3. Développement des différentes tâches et principaux résultats.

### 3.1 Phase de développement

#### 3.1.1 Générer les courbes propres

On a fait le filtrage avec un filtre Butter Worth.

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

$H(j\omega)$  fonction de transfert avec  $\omega_c$  - la fréquence de coupure.

Le filtre est appliqué de mode causal et anti-causal de forme que la phase est annulé. On calcule la fréquence de coupure afin de conserver 80% de l'énergie du système. L'ordre choisi est 1 parce que le temps de calcul augmente avec l'ordre mais le résultat ne change pas significativement. L'ordre 1 déjà donne des bons résultats. On utilise la basse fréquence avec le plus énergie pour déterminer la période du mouvement. Avec une analyse de la variation d'un bruit de référence on détermine une bande de tolérance ou nous pouvons trouver le début du mouvement comme le premier point hors de la bande dit. L'analyse des débuts et périodes sont faites dans un premier temps au niveau local pour chaque joint et chaque dimension. Et après, les valeurs globales sont trouvées pour tout le squelette.

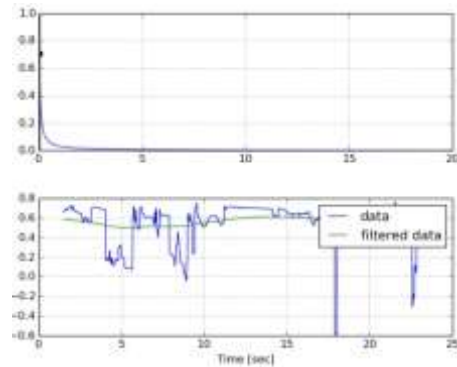


Figure 1 : Le résultat du filtre Butterworth

### 3.1.2 Comparer les mouvements avec GMM

Le GMM (Gaussian Mixture Model) est une forme de apprentissage non supervisé. Les GMMs trouvent les relations entre les données en les classifiant dans un nombre déterminé de classes. On a divisé un mouvement en plusieurs parties correspondant aux cycles des mouvements. Après ça, on a superposé les différents cycles et on a les données à la GMM afin que le GMM apprenne à partir de cette modèle. Après l'apprentissage, on utilise le GMR (Gaussian Mixture Regression) pour générer un mouvement résultant. Ce mouvement est transféré vers Poppy. À partir d'une analyse de mouvement généré avec le signal filtre, on peut trouver l'erreur des exercices du patient. On utilise la matrice d'erreurs (correspondant pour chaque joint et chaque dimension du squelette) pour générer les phrases dites pour MaryTTS.

### 3.3 Système d'interaction

Un système d'interaction humaine-robot va donner les feedbacks pédagogiques basé sur les performances des patients. Pour faire les évaluations en manière orale, on a pris en compte d'utiliser le logiciel MaryTTS, ensuite on a utilisé une interface en Python (l'HRI qui est déjà disponible) pour récupérer les fichiers .json qui contiennent les résultats d'évaluation vers le serveur (ici c'est Poppy), et fait Poppy parler. Nous allons améliorer l'HRI par rapport aux positions mauvaises. Par exemple, s'il y a un problème avec le doigt droit, le robot va donner les feedbacks directement à la position au lieu de la main entière.

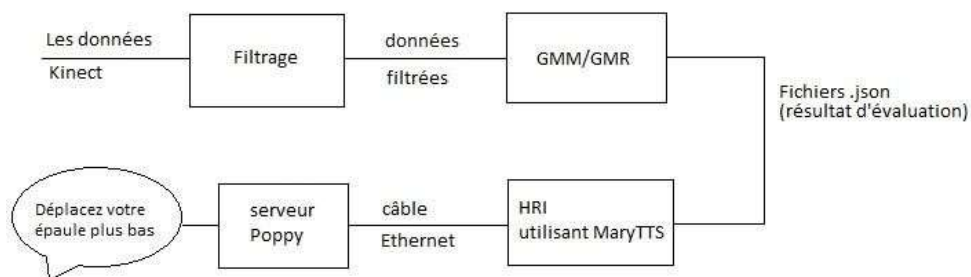


Figure 2 : Le diagramme représente notre travail

## 4. Conclusions et perspectives.

Dans le cadre de ce projet, nous avons traité des données de Kinect et généré des courbes propres en appliquant le filtrage et le coupage. Ensuite, nous avons comparé le courbe de patient avec celui de référence, et un feed-back est donné pour de l'évaluation. Néanmoins, afin d'avoir une meilleur performance du système, il nécessite d'approfondir encore certains aspects, par exemple, l'enrichissement de la base de données, et une application sur tablette. Par ailleurs, la partie du coupage doit être amélioré pour s'adapter aux mouvements de différentes vitesses.

## **Bibliographie**

[1] Jérémy Laviolle. "*Apprentissage par démonstration en robotique développementale : modélisation de mouvements par mélange de gaussiennes*". Université Bordeaux 1, Sciences et Technologies. Pages 13-24. Juin 2010.